

## 먹이생물과 수온이 붉바리 자어의 생존에 미치는 영향

이창규 · 허성범\*

국립수산진흥원

\*부경대학교 양식학과

### Effect of Live Food and Water Temperature on Larval Survival of Red Spotted Grouper, *Epinephelus akaara*

Chang-Kyu Lee and Sung-Bum Hur\*

National Fisheries Research and Development Institute, Yangsan-gun, Pusan 619-900, Korea

\*Department of Aquaculture, Pukyong National University, Nam-gu, Pusan 608-737, Korea

Survival rate of larval red spotted grouper, *Epinephelus akaara* is very low, because mouth size of the larvae is too small to eat normal sizes of rotifers. In order to enhance larval survival, optimal culture conditions for larvae using different live foods and water temperatures were studied.

Bigger live food produced larger size of rotifer, when the rotifer was cultured with three different live foods such as *Tetraselmis tetraathele*, marine *Chlorella* and *Nannochloris oculata*. Also, the size of rotifer produced was temperature-dependent showing that higher water temperature induced smaller rotifer.

Survival rate of the larvae increased with the increase of water temperature up to 29°C. Also, higher larval survivals were found at the food density of 15 to 20 individuals per milliliter. The larvae fed L-type or small individuals of L-type rotifer died all within a week, although the larvae fed S-type or small individuals of S-type one survived successfully during this period. The size of small individuals of S-type rotifer collected through fine net became larger in a few hours within larval culture tank.

Survival rate of grouper larvae with initial stocking density of 40 thousands in 6-ton concrete tank was 6.3% in 10 days and 0.2% in 53 days after hatching, respectively. Total length of the larvae reached around 29.5 mm in 53 days after hatching.

Key words : Red spotted grouper, Larvae, Rotifer size, Survival, Growth

## 서론

붉바리는 일본 남부와 동중국해의 아열대연안 및 온대해역에 주로 분포하는 것으로 알려져 있고 (檜山·安田, 1961; 松村·福田, 1985), 우리나라에서는 남해, 서남해 및 제주도 연안에 분포하고 있다(정, 1977). 붉바리는 고가의 어종으로 수요가 매우 많지만 최근들어 국내 어획량은 매년

격감하고 있는 실정이다. 현재 붉바리의 양식은 자연산 치어만을 수집하여 일부 축양하고 있어 붉바리의 종묘생산 연구는 시급한 실정이다.

일본의 경우 1980년대 초반부터 붉바리의 인공종묘생산에 관한 연구가 활발히 시도 되었다 (濱本·吉松, 1984; 萱野·尾田, 1986; 野上·福永, 1990; 萱野·水戸, 1995). 우리나라에서도 성어의 성전환(黃, 1993), 월동(朴等, 1995) 및

종묘생산기술개발을 위한 소수의 기초연구(魯와 卞, 1986; 朴과 高, 1994; 李와 金, 1994; 卞과 秋, 1996)가 시도되었으나, 두 나라에서 아직까지 인공종묘생산 기술은 확립되지 못한 실정이다.

붉바리는 특히 종묘생산시 자어기의 생존률이 매우 낮은 것으로 알려져 있다(萱野 等, 1993; 李와 金, 1994; 萱野·水戶, 1995). 이러한 원인은 주로 자어의 입크기가 다른 해산어류보다 작아 자어기 동안에 적합한 소형 동물성 먹이생물이 요구되고 또한, 영양요구 및 사육환경 등이 다른 해산어류보다 비교적 까다롭기 때문으로 생각된다. 따라서 붉바리 자어의 생존률 향상을 위해서는 현재 자어의 먹이로 주로 이용되고 있는 S형 rotifer의 크기를 더욱 작게함으로써 붉바리가 원활히 rotifer를 섭취할 수 있게하는 방안과 자어의 적정 사육조건에 관한 연구가 필요하다.

붉바리의 자어기 생존률과 관련한 최근의 연구로는 萱野·尾田(1990), 萱野·水戶 (1994), 萱野·水戶(1995)와 金과 朴(1993) 등이 있으나, 대부분 종묘생산 결과를 위주로 보고한 것이고, 자어의 먹이생물이나 적정 사육조건 등에 관해서는 거의 취급되지 않았다. 본 실험에서는 자어기의 생존률 향상을 위한 적정 먹이생물과 사육조건 등을 파악하기 위해, 먹이의 크기에 따른 rotifer의 크기, 사육수온, rotifer의 크기와 밀도에 따른 자어의 생존률 등을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 먹이종류 및 수온별 rotifer의 크기 변화

먹이생물 종류별 rotifer의 크기변화 실험에 이용된 먹이생물은 현재 rotifer의 먹이생물로 널리 이용되고 있고, 세포의 크기가 서로 다른 3종류의 먹이생물, *Tetraselmis tetrahele* (KMCC, P-4), 해산 *Chlorella* (KMCC, C-31) 및 *N. oculata* (KMCC, C-31)를 한국미세조류은행에서 분양받아 이용하였다. 실험시작전 3종의 먹이생물 농도는 각각 ml당 300만, 1,000만, 2,000만세포였고 사육수온은 28℃였다. 수온에 따른 rotifer의

크기변화 실험에서는 먹이로써 *N. oculata*를 ml당 2,500만 세포로 하여 실시하였다. 사육수조는 모두 50ℓ FRP수조(dia. 30×H75cm)였고, rotifer의 초기 접종 밀도는 ml당 50개체였다. Rotifer의 피갑장 조사는 rotifer가 대수증식기에 접어든 접종 후 4일째에, 사육수를 소량 추출하여 Lugol액으로 고정한 후 만능투명기 아래에서 100개체씩의 rotifer 크기를 측정하였다. 실험수조에는 소형 air-stone 1개씩을 넣어 사육수가 충분히 교반되도록 통기해 주었다.

### 사육조건별 자어의 생존

실험에 이용된 자어는 1995년 실내사육 친어로부터 자연산란된 난으로써, 수온 25~27℃에서 부화시킨 것 이었다. 부화된 자어는 다음날 오후 미리 먹이를 넣은 50ℓ FRP수조(dia. 30×H75cm)에 10개체/ℓ의 밀도로 수용하였다.

자어의 먹이는 먹이종류별 실험을 제외하고는 모두 태국산 S형 rotifer를 이용하였고, 여기에 *N. oculata*를 200만세포/ml 내외의 농도로 유지하면서 사육하였다. 사육수의 환수는 실험개시 2일까지는 지수상태를 유지하였고, 그 후부터는 공극 3µm의 cartridge filter로 여과한 해수를 이용하여, 매일 사육수의 약 1/3~2/3 정도를 부분 환수하였다. 자어 사육수조에는 소형 air-stone 1개를 이용하여 미약한 통기를 실시해 주었다. 자어 사육기간 중의 수온은 수온별 실험을 제외하고 27~29℃ 범위였다.

수온에 따른 자어의 생존률 조사를 위한 수온 조절은 물이 절반 정도 채워진 1톤 수조내에 각 실험수조를 넣은 후, 외부수조에 150 watt의 전기히터를 1~2개씩 넣어 가온함으로써 27~31℃로 조절하였다. 25℃ 구간은 외부수조에 25℃ 내외의 담수를 유수시킴으로써 조절하였다. 먹이의 크기별 실험에 있어서는 수온 28℃ 내외에서 사육한 L형 rotifer와 이것을 50µm의 망지로 여과한 작은 크기의 L형 rotifer 두구름, 그리고 S형 rotifer와 이것을 50µm의 망지로 여과한 작은 크기의 S형 rotifer 두구름으로 각각 나누어, 매일

한차례씩 자어수조에 공급하였다. L형 및 S형 rotifer는 *N. oculata*를 먹이로하여 사육한 것을 이용하였고, 자어 사육조내의 rotifer 크기는 실험개시 5일째 각각의 자어 사육조로부터 무작위 추출한 rotifer 100개체씩을 측정함으로써 조사하였다.

#### 자어의 생존률 조사 및 통계처리

자어의 생존률은 매일 사육조 저면을 싸이펀한 후 사체를 계수하여 각각의 생존 자어수를 역산하여 구하였다. 모든 실험은 각 시험구별로 3반복 실시하였고, 실험 결과는 Duncan's multiple range test (Duncan, 1955)로 평균간의 유의성을 검정하였다.

#### 6톤 수조에서의 자치어 사육

자치어 사육실험은 부화후 1일된 자어 약 40,000마리를 6톤 사각 콘크리트 수조(2.5 × 2.5 × 1 m)에 수용하여 시작하였는데, 부화후 40일째부터는 6톤 수조에서 사육중인 치어를 모두 잡아내어 1.5톤 원형 FRP수조에 옮겨 사육하였다. 사육기간 중 자치어 먹이로써는 부화후 14일까지는 태국산 S형 rotifer, 부화후 15~30일에는 L형 rotifer, 부화후 28~45일까지는 *Artemia*를 공급하면서 사육하였다. 배합사료로의 먹이전환은 부화후 25일 쯤부터 미립자사료(리브라바, Daiyo社)를 소량씩 공급하기 시작하였는데, 부화후 45일 전후해서 대부분 완료되었다. 자어의 성장도 조사는 사육기간 중 5~10일 간격으로 5~20마리씩 표본추출하여 MS-222로 마취한 후 만능투영기를 이용하여 0.01~1 mm 단위까지 측정하였다. 자어의 생존률은 부화후 25일까지는 자어가 수조내 균일하게 분포하는 야간에 0.5~1ℓ PVC 파이프를 이용하여 채수함으로써 자어수를 추정하였다. 부화후 25일 이후에는 수조 저면에 있는 사체를 계수함으로써 조사하였는데, 부화후 35일까지는 5일 간격으로, 부화후 40일부터는 매일 조사하였다. 환수는 부화후 5일까지는 지수상태를 유지하였고, 부화후 5~30일까지는 매일 사육수의 1/5~4/5 정도, 부화후 30~40일까지는 1~1.5

회, 그 이후는 2~3회가 되도록 유수하였다. 자치어 사육기간 중의 수온은 23~28℃ 범위였다.

## 결 과

#### 먹이종류 및 수온별 rotifer의 크기 변화

먹이의 종류에 따른 S형 rotifer의 크기 변화는 Fig. 1과 같다. 3종의 먹이중 크기가 가장 큰 *T. tetrathele*를 먹이로하여 사육한 경우의 rotifer 평균 피갑장은 172±23 μm였고, 피갑장이 120 μm 이내인 소형개체가 차지하는 비율은 8%였다. 해산 *Chlorella*를 먹이로한 경우는 평균 피갑장이 151±19 μm였으며, 120 μm 이내의 소형개체 비율은 14%였다. 또한 크기가 가장 작은 *N. oculata*를 먹이로 했을 때의 평균 피갑장은 144±20 μm였고, 120 μm 이내의 소형 개체 비율은 16%로 나타나, 먹이의 크기가 작을수록 rotifer의 크기도 작은 것으로 나타났다.

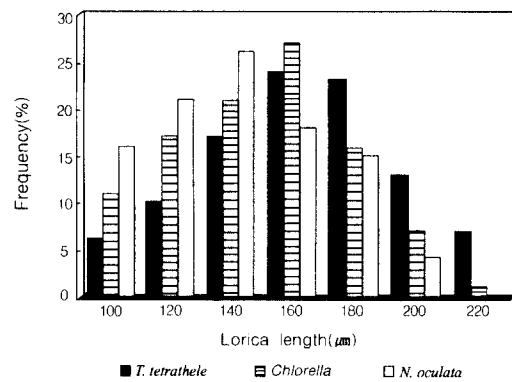


Fig. 1. Size distributions of S-type rotifer fed on different sizes of food organism.

수온에 따른 S형 rotifer의 크기 변화는 Fig. 2와 같다. *N. oculata*를 먹이로하여 수온 25, 27, 29, 31℃에서 사육한 S형 rotifer의 평균 피갑장은 각각 156±24 μm, 148±18 μm, 140±16 μm 및 133±11 μm로 나타났고, 120 μm 이내의 소형 개체 비율은 각각 12, 14, 17, 20%로 나타나 수

온이 높을수록 rotifer의 크기는 작아지는 경향을 보였다.

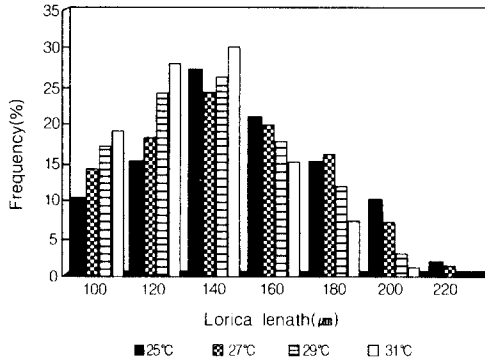


Fig. 2. Size distributions of S-type rotifer reared at different water temperatures.

사육조건별 자어의 생존률

수온별 자어의 생존률은 Fig. 3과 같다. 수온 25, 27, 29, 31°C에서 부화후 10일째 자어의 생존률은 각각 3, 7, 12, 8%로써, 수온 29°C 까지는 수온이 높을수록 생존률도 높았고, 고수온인 31°C에서는 29°C에서보다 생존률이 낮았다.

먹이밀도별 자어의 생존률은 Fig. 4와 같다. Rotifer의 밀도가 ml당 1, 5, 10, 15, 20개체일 때 부화후 10일째 자어의 생존률은 각각 0, 1, 4,

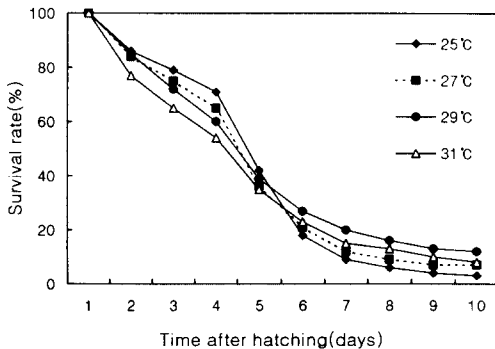


Fig. 3. Survival rates of red spotted grouper larvae reared at different water temperatures.

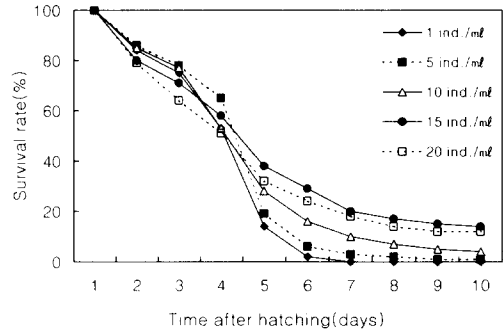


Fig. 4. Survival rates of red spotted grouper larvae reared with different densities of rotifer.

14, 12%로써 rotifer의 밀도가 ml 당 15개체 이상일 때 생존률이 높은 것으로 나타났다. Rotifer의 밀도가 ml당 10개체 이하일 때는 자어의 생존률이 매우 저조하였다.

Rotifer의 크기에 따른 자어의 생존률은 Fig. 5와 같다. S형 rotifer, S형 rotifer 중 작은 개체, L형 rotifer, L형 rotifer 중 작은 개체를 먹이로 하여 사육한 자어의 부화후 10일째 생존률은 각각 9, 7, 0, 0%로 나타났다. 따라서 S형 rotifer 및 S형 rotifer 중 작은 개체를 공급한 경우는 서로 비슷한 생존률로써 생존이 가능하였으나, L형 rotifer 및 L형 rotifer 중 작은 개체를 공급한 경

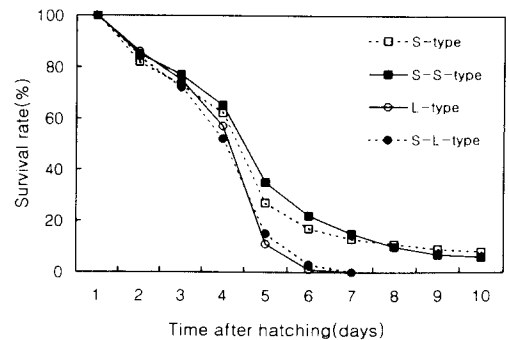


Fig. 5. Survival rates of red spotted grouper larvae reared with different types of rotifer (S-type ; small type rotifer, S-S-type ; small size of small type rotifer, L-type ; large thpe rotifer, S-L-type ; small size of large type rotifer).

우는 부화후 1주일 이내에 모두 사망한 것으로 조사되었다.

한편, rotifer를 자어 사육조에 새로 공급하기 직전 즉, 전날 공급한 후 만 하루가 지난 상태의 rotifer 크기 분포와 새로 rotifer를 공급한 직후의 사육조내 rotifer 크기 분포는 Fig. 6과 같다. S형 rotifer 공급구는 공급 직후의 평균 피갑장이  $142 \pm 19 \mu\text{m}$ 였고,  $120 \mu\text{m}$  이내의 소형개체 출현 빈도는 19%였다. S형 rotifer를 자어 사육조에 새로 보충하기 직전, 사육조내에서 24시간이 지난 S형 rotifer의 평균 피갑장 및 소형개체의 출현 빈도

는 공급 직후의 rotifer 크기와 거의 유사하였다. S형 rotifer 중 소형개체만을 여과하여 수집한 것을 자어사육조에 공급한 직후의 rotifer 평균 피갑장은  $131 \pm 9 \mu\text{m}$ 였고,  $120 \mu\text{m}$  이내의 소형개체 출현 빈도는 32%였다. 그러나, 공급한지 24시간이 지난 사육조내의 S형 rotifer의 평균 피갑장은  $151 \pm 21 \mu\text{m}$ 였고,  $120 \mu\text{m}$  이내의 소형개체 출현 빈도는 17%에 불과하였다. L형 rotifer의 경우는 공급 직후의 평균 피갑장은  $216 \pm 34 \mu\text{m}$ 였고,  $120 \mu\text{m}$  이내의 소형개체 출현 빈도는 1%였다. 공급한지 24시간이 지난후의 경우도 대체적으로 이와 유사한 경향을 보였다. L형 rotifer 중 소형개체만을 여과한 것을 자어사육조에 공급한 직후의 평균 피갑장은  $140 \pm 7 \mu\text{m}$ 였고,  $120 \mu\text{m}$  이내의 소형개체 출현 빈도는 8%였다. 그러나, 공급한지 24시간후의 자어 사육조내 L형 rotifer의 평균 피갑장은  $211 \pm 29 \mu\text{m}$ 였고,  $120 \mu\text{m}$  이내의 소형개체 출현 빈도는 2%로써 매우 다른 양상을 보였다.

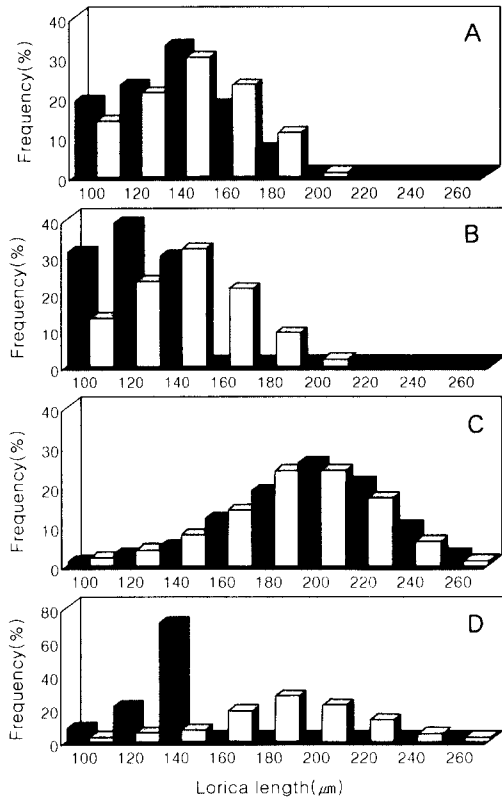


Fig. 6. Variations in lorica length of S-type (A), small size of S-type (B), L-type (C) and small size of L-type (D) rotifer from larval rearing tank (■ : rotifer immediately after supplying, □ : one day old rotifer after supplying).

### 6톤 수조에서의 자치어 사육

초기 자어 수용밀도를 40,000마리로 하여 사육한 자치어의 사육결과는 Fig. 7과 같다. 사육기간 중의 생존 자치어수는 부화후 10, 20, 30, 40, 53일째 각각 2,500, 1,000, 400, 125, 59마리로써, 사육기간 동안의 자치어 생존률은 0.2%로 나타났다. 자치어의 전장은 부화후 0, 10, 20, 30, 40, 53일째 각각 1.9, 3.2, 4.6, 7.9, 15.6, 29.5 mm였다.

### 고찰

본 실험에서 rotifer 사육용 먹이로써 *N. oculata*만을 이용하였는데, 그 이유는  $28^{\circ}\text{C}$  이상의 고수온기인 여름철에는 *Chlorella*의 대량배양이 어렵지만 *N. oculata*는 이기간 동안에도 성장이 양호하기 때문이다(許 等, 1989). 한편 고수온기 rotifer 사육용 먹이로써 성장이 비교적 양호한 *T. tetrathele*을 이용할 수도 있으나(岡内·福所,

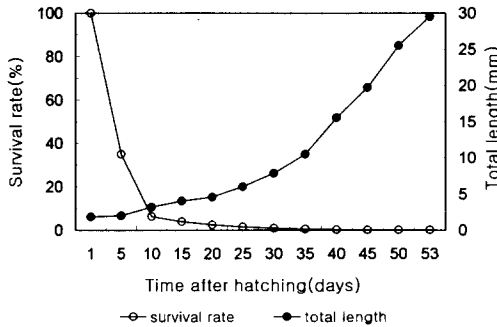


Fig. 7. Survival rate and total length of red spotted grouper larvae reared in 6-ton concrete tank for 53 days.

1984a), 이 종은 해산어류에 필수적인 n-3계 고도불포화지방산 함량이 매우 적다는 단점이 있다 (福所等, 1985). 또한 이 종을 먹이로 하여 rotifer를 사육한 경우에는 岡内·福所 (1984b)의 보고에서와 마찬가지로, *Chlorella*나 *N. oculata*를 이용한 경우보다 rotifer의 피갑장이 월등히 큰 것으로 나타났다. 따라서 *T. tetrathele*은 붉바리 자어용 rotifer 먹이로써 부적합한 것으로 판정하였다.

본 실험의 결과 rotifer의 크기는 수온에 의해 영향을 받아, 수온이 높을수록 rotifer의 크기는 작아지는 경향을 보였는데 이것은 김 등(1997)의 보고와 일치하는 것이었다. 실험에 이용된 *N. oculata*의 크기는 1~2  $\mu\text{m}$  정도로써 *Chlorella*의 1/2~1/3 수준이었다. 이처럼 먹이생물의 크기와 배양온도는 rotifer의 크기에 영향을 주는 것으로 나타났다. 따라서, 앞으로 더욱더 작은 rotifer 생산을 위한 방법의 일환으로써 rotifer의 먹이 종류, 크기, 밀도, 배양온도 및 영양성분 등이 rotifer의 크기에 미치는 영향에 대한 구체적인 조사가 요구된다.

수온별 자어의 생존률에 있어 27°C 이하의 수온보다 29~31°C의 고수온에서 생존률이 더 높았는데, 그 이유는 자어의 성장적수온 차이에 의한 것보다는 사육조의 수온차이에 따른 rotifer의 크기와 더 관련이 있었을 것으로 추정된다. 본 실험

에서 25°C 자어 사육조의 rotifer는 대체로 피갑장이 160  $\mu\text{m}$  내외인 것이 많았으나, 29~31°C의 경우는 140  $\mu\text{m}$  내외가 주류를 이루었다. 따라서 29~31°C 실험구간에서는 저수온에서보다 상대적으로 자어가 섭취할 수 있는 더 작은 크기의 rotifer 밀도가 높았을 것이고, 이것이 자어의 생존에 영향을 주었을 것으로 생각된다. 따라서 자어 사육기간 중 생존률 향상을 위해서는 가급적 29°C 정도의 고수온을 유지해 주는 것이 바람직 할 것이고, 이는 붉바리의 산란시기가 수온 23~28°C인 고수온기임을 고려할 때 약간의 가온 내지는 보온을 통해 가능하리라 판단된다.

S형 rotifer의 밀도에 따른 자어의 생존률은 ml 당 15~20개체 내외의 밀도에서 좋은 것으로 나타났다. 이것은 넙치, 우럭, 참돔 등과 같은 해산어류 자어기의 rotifer 공급밀도인 ml당 2~5개체보다는 훨씬 높은 밀도이고(平本等, 1980; 岩本·芦立, 1982; 松浦等, 1988), 멸치나 독가시치의 자어기 공급밀도와 비슷한 수준이었다(塚島等, 1983; Duray and Kohno, 1988). 붉바리는 멸치나 독가시치와 마찬가지로 자어의 구경이 매우 작기때문에 외부 영양섭취 개시시기에 섭취 가능한 rotifer의 크기는 피갑장 110  $\mu\text{m}$  정도의 극소형이라야만 된다. 이러한 점을 고려할 때, S형 rotifer의 공급 밀도가 ml당 15개체일지라도 실제 자어가 섭취할 수 있는 크기의 rotifer의 수는 그 일부에 지나지 않는다. 따라서 ml당 10개체 이하의 밀도는 자어가 먹이를 효과적으로 섭취하기에는 부족한 밀도로 추정되고, 이것은 자어의 낮은 생존률과 많은 관련이 있을 것으로 생각된다.

Rotifer의 크기에 따른 자어의 생존률에 있어서는 L형 rotifer를 공급한 자어는 일주일 이내에 모두 사망하였는데, 이는 L형 rotifer의 피갑장이 대부분 130  $\mu\text{m}$  이상으로써 자어가 거의 섭취할 수 없었기 때문으로 풀이된다. 또한 L형 rotifer 중 소형개체만을 여과하여 먹이로 공급한 경우도, 처음 자어에게 공급시에는 120  $\mu\text{m}$  이하의 rotifer가 소량 존재하였지만 수시간 이내에 그 크기가 L형 rotifer와 비슷하게 성장되어 결국, 자어가

이를 충분히 섭취하지 못했을 것으로 판단된다.

6톤 수조에서의 자치어 사육시 부화후 10일까지의 생존률은 6.3%였고, 전장이 약 30 mm까지 성장한 총 사육기간 동안의 생존률은 0.2%로써 매우 낮았다. 荳野 等(1993), 荳野·水戶(1994) 및 荳野·水戶(1995)는 부화후 42~45일, 40~45일, 40일째의 자어 전장이 각각 19~25 mm, 19~29 mm 및 25.3 mm라고 보고하여, 본 실험에서의 부화후 45일째의 자어전장 19.7 mm보다 다소 성장이 빠른 것으로 나타났다. 이것은 배합사료로의 먹이전환시기 및 사육수온상의 차이에 의한 것으로 해석된다. 또한, 총 사육기간중의 생존률은 각각 6.0%, 3.5%, 0.5%라고 보고하여 본 실험에서보다 모두 높았다. 그러나 연도별 생존률 편차는 매우 심하게 나타났는데, 이는 본종에 대한 오랜 연구기간에도 불구하고 아직까지 자치어 사육기간 중의 적정 사육환경이나, 본종이 갖는 고유한 생리적 특성 등에 관한 연구가 미진했기 때문으로 생각된다. 따라서 자치어기의 생존률 향상을 위해서는 자치어의 생리특성, 자어기의 적정 먹이생물 개발, rotifer의 영양강화, 배합사료로의 먹이전환시기 단축 및 일령 30일 전후의 공식 방지 등에 관한 구체적인 연구가 요구된다.

## 요 약

붉바리의 종묘생산시 낮은 생존률은 다른 해산 어류보다 자어기의 입크기가 현저히 작은 것과 관련이 큰 것으로 생각된다. 본 실험에서는 붉바리 자어의 생존률과 관련한 자어기 동안의 먹이생물 크기, 수온 및 먹이의 밀도에 따른 자어의 생존률 등을 조사하였고, 더불어 자치어 사육기간 중의 성장관계 등을 조사하였다.

*Tetraselmis tetrathele*, 해산 *Chlorella* 및 *Nannochloris oculata*를 먹이로하였을 때 태국산 S형 rotifer의 크기는 먹이의 크기가 작을수록 rotifer의 크기도 작아지는 것으로 나타났다. 수온에 따른 S형 rotifer의 크기는 수온이 높을수록 rotifer의 크기도 작아지는 경향을 보였다.

수온에 따른 자어의 생존률은 29°C까지는 수온이 높을수록 생존률도 높은 것으로 나타났다. 먹이의 밀도에 따른 자어의 생존률은 rotifer의 밀도가  $\text{ml}^{-1}$  15~20개체에서 가장 높은 것으로 나타났다. S형 rotifer, S형 rotifer 중 작은 개체, L형 rotifer, L형 rotifer 중 작은 개체를 각각 먹이로하여 자어를 사육한 결과, S형 rotifer 및 S형 rotifer 중 작은 개체를 공급한 경우는 생존이 가능하였으나, L형 rotifer 및 L형 rotifer 중 작은 개체를 공급한 경우는 부화후 1주일 이내에 모두 사망한 것으로 조사되었다. S형 rotifer 중 작은 개체만을 택하여 자어에게 공급한 경우는 작은 개체의 rotifer가 자어 사육수조 내에서 성장되었기 때문에 자어가 이것을 효과적으로 섭취하지 못했고, 따라서 S형 rotifer만을 공급한 자어의 생존률과 큰 차이가 없었던 것으로 풀이되었다.

6톤 수조에서 부화자어의 수용밀도를 40,000마리로하여 53일간 사육한 결과, 부화 후 10일까지의 자어 생존률은 6.3%, 총 사육기간 중의 자치어 생존률은 0.2%로 나타났다. 부화후 53일째 치어의 평균 전장은 29.5 mm였다.

## 참 고 문 헌

- Duncan, D. B., 1955. Multiple-range test and multiple F tests. *Biometrics*, 11 : 1-42.
- Duray, M. and H. Kohno, 1988. Effect of continuous lighting on growth and survival of first-feeding larval rabbitfish, *Siganus guttatus*. *Aquaculture*, 72 : 73-79.
- 金相根·朴勝, 1993. 붉바리 種苗生産 技術開發試驗. 수진사업보고, 101 : 137-140.
- 김현준·김정대·최유길·우영배, 1997. 배양조건에 따른 rotifer (*Brachionus plicatilis*)의 성장과 크기변화. *韓國養殖學會誌*, 10 : 219-225.
- 盧暹·卞忠圭, 1986. 濟州道産 魚類(능성어亞科)의 種苗生産에 關한 基礎的 研究 및 넙치 種苗量産化에 關한 研究. *濟州大學校 海洋科學大學 養殖 研報*, 3 : 20-27.
- 朴勝·高泰昇, 1994. 붉바리 種苗生産 技術開發試驗. 수진사업보고, 115 : 217-220.
- 朴承烈·文泰錫·崔惠丞·金豐鎬, 1995. 능성어類 養殖技術開發에 關한 研究 (1)우리나라 南海岸

- 에서의越冬可能性. 수진연구보고, 49 : 59-70.
- 卞淳圭·秋清, 1996. 붉바리 種苗生産 技術開發試驗. 1995년도 남수연사업보고, 267-272.
- 李昌奎·金相根, 1994. 붉바리 種苗生産 技術開發試驗. 수진사업보고, 114 : 95-100.
- 정문기, 1977. 한국어도보. 서울. 일지사. 520pp.
- 許聖範·李昌奎·李應昊, 1989. 高溫期 및 低溫期の rotifer 培養을 위한 適種 植物 먹이生物 選擇. 韓國養殖學會誌, 2(2) : 91-106.
- 黃星日, 1993. 붉바리 *Epinephelus akaara* (TEM-MINCK et SCHLEGEL)의 生殖巢發達과 17  $\alpha$ -Methyltestosterone 處理에 의한 雄性化. 제주대학교 대학원 석사학위논문, 36pp.
- 岡内正典·福所邦彦, 1984a. 테트라셀미스 *Tetraselmis tetrathlele*의 시오미즈쯔보움시에對する 餌料價値-I 바ッチ式培養における 와움시의 増殖. 養殖研報, 5 : 13-18.
- 岡内正典·福所邦彦, 1984b. 브라시노藻類 테트라셀미스 *Tetraselmis tetrathlele*의 培養特性. 養殖研報, 5 : 1-11.
- 福所邦彦·岡内正典·田中秀樹·Kraisingdecha P.·Wahyuni S. I.·渡辺 武, 1985. 테트라셀미스에서 培養した S型 와움시의 크로다이仔魚에對する 餌料價値. 養殖研報, 8 : 5-13.
- 濱本俊策·吉松定昭, 1984. 渦鞭毛藻類 Dinophyceae 2種의 키지하타 *Epinephelus akaara* (TEM-MINCK et SCHLEGEL) 仔魚への 投餌效果. 香水試報, 21 : 63-72.
- 松村眞作·福田富男, 1985. 岡山縣漁獲狀況. 昭和59年度 岡山水試事報. 18-23.
- 松浦修平·古市政幸·丸山克彦·松山倫也, 1988. 마다이1尾による 毎日産卵의 確認とその 卵質. 水産増殖, 36(1) : 33-39.
- 岩本明雄·芦立昌一, 1982. 크로소이의 種苗量産. 栽培技研, 11(1) : 35-44.
- 野上欣也·福永恭平, 1990. 栽培漁業と新養成技術-키지하타 種苗生産. 水産의 研究, 9卷 6号(49) : 103-109.
- 菅野泰久·尾田 正, 1986. 大型水槽を用いた 키지하타仔稚魚의 飼育. 岡山水試報, 1 : 66-70.
- 菅野泰久·尾田 正, 1990. 池中養成した 키지하타自然産出卵의 卵質について. 岡山水試報, 5 : 48-52.
- 菅野泰久·水戸 鼓, 1994. 키지하타의 種苗生産. 岡山水試報, 9 : 175-179.
- 菅野泰久·水戸 鼓, 1995. 키지하타의 種苗生産. 岡山水試報, 10 : 209-212.
- 菅野泰久·水戸 鼓·杉野博之, 1993. 키지하타의 種苗生産. 岡山水試報, 8 : 90-96.
- 塚島康生·吉田範秋·北島 力·松村清治, 1983. 小形시오미즈쯔보움시を用いた 시로키스의 種苗生産. 水産増殖, 30 : 202-210.
- 平本義春·小林啓二·三本教立, 1980. 히라메의 種苗生産에關する 研究-II. -ふ化仔魚의 10 l水槽による 飼育について-. 水産増殖, 28 : 134-142.
- 檜山義夫·安田富士, 1961. 日本水産魚譜. 内田老鶴園株式會社, 東京. 404pp.